

Compte-rendu d'expérimentation de la culture de blé réalisée par les Grands Moulins du Mali à Samanko

Octobre 2008 – Février 2009

B. Clerget
Ecophysiologiste, CIRAD et ICRISAT



Compte-rendu d'expérimentation de la culture de blé à Samanko

Octobre 2008 – Février 2009

B. Clerget, Juin 2009

Objectif

Le blé est une culture irriguée de contre saison traditionnelle dans le nord du Mali. Sa faisabilité dans la région de Bamako commence seulement à être étudiée, sous l'impulsion des Grands Moulins du Mali qui serait directement intéressés par un rapprochement du bassin de production vers l'usine de Koulikoro. Dans ce cadre, les Grands Moulins du Mali ont demandé à l'ICRISAT de disposer d'une parcelle de 2 hectares irrigués afin d'y réaliser une parcelle d'essai de production.

Matériel et méthodes

Une parcelle de 2 ha a été désherbée et dessouchée pendant le mois d'octobre 2008, puis labourée et billonnée à 0.75 m de distance. La variété 'Guadalupe' produite par Florimond-Desprez a été utilisée. Un test de germination de 100 grains a été réalisé sur papier filtre à partir du 29 Octobre 2008. Le semis a été réalisé manuellement du 27 octobre au 2 novembre 2008 sur 3 lignes par billon, à la dose de 250 kg/ha. 200 kg/ha de DAP ont été épandus avant billonnage puis 200 kg/ha urée + 100 kg/ha plâtre du 24 au 27 novembre 2008 et enfin 100 kg/ha urée le 5-6 janvier 2009. Les parties les plus enherbées ont été traitées avec Archipel à mi-dose (125 g/ha), le 27 novembre 2008. Les irrigations ont été effectuées à la raie, chaque semaine pendant le premier mois de culture puis chaque 10 jour (tableau 1).

Tableau 1 : Liste des irrigations appliquées aux deux parcelles

Irrigations	Parcelle 1	Parcelle 2
1	25-26 Oct	27-29 Oct
2	31 Oct-1 Nov	4-5 Nov
3	6-7 Nov	9-11 Nov
4	13-14 Nov	16-17 Nov
5	18-19 Nov	22 Nov
6	23 Nov	28 Nov
7	29 Nov	12 Dec
8	13 Dec	23 Dec
9	24 Dec	7 Janv
10	5 Janv	21 Janv
11	20 Janv	3 Fev
12	2 Fev	

Les feuilles de 5 plantes choisies au hasard ont été marquées et le nombre de feuilles apparues, ligulées et sénescents ainsi que le nombre de talles ont été enregistrés chaque semaine.

Les données météorologiques étaient enregistrées automatiquement (Centrale 21X, Campbell Scientific Ltd, Shepshed, Loughborough, UK) au pas de temps horaire dans le parc météo de

la station de Samanko, à 500 m de la parcelle. Le temps thermique horaire a été calculé comme une fonction linéaire brisée en utilisant les enregistrements de la température horaire moyenne et les valeurs 0, 24.4 et 32.2 °C comme températures cardinales (base, optimale et maximale). Le temps thermique quotidien est ensuite calculé comme la moyenne des températures horaires de la journée.

A partir du 30 novembre 2008, l'évolution de la teneur en eau des sols a été suivie grâce à une série de 4 capteurs d'humidité du sol (Watermark 200, Irrometer Co., Riverside CA, USA), mises en place chaque 25 cm dans un trou de 1 m de profondeur. Une thermistance (107, Campbell Scientific) et 2 thermocouples cuivre/constantan ont été associés aux tensiomètres à 25, 50 et 100. Les potentiels hydriques étaient mesurés chaque 6 heures et enregistrées par une centrale d'acquisition (21X, Campbell Scientific). Afin de s'affranchir des variations rythmiques quotidiennes des mesures, probablement liées aux variations de température, seule la mesure de 6 heures du matin a été utilisée.

Le nombre de feuilles apparues (NFA) a été modélisé dans le temps thermique (Somme_T) par une régression linéaire dont les coefficients (b1 et seuil1) ont été estimés par itération (Microsoft Excel, Solver) : $NFA = 1 + b1 * \min(\text{Somme_T}, \text{seuil1})$.

Résultats et discussions

1. Qualité des semences

Les semences utilisées avaient été achetées enrobées mais contenaient pourtant des charançons. Elles avaient été importées en 2007 et conservées dans un magasin non-spécialisé pendant l'hivernage 2008. Leur pouvoir germinatif était très faible (tableau 2).

Tableau 2 : Nombre de levées pour 100 grains mis à germer le 29 Octobre 2008

Date	Boîte 1	Boîte 2
31 Oct	1	4
4 Nov	5	8

2. Suivi des conditions de la culture

Le sol

Tableau 3 : Analyse de sol de la parcelle effectuée en 2000

Prof (cm)	pH-H ₂ O (1:2.5)	H+	Al ³⁺	Na+	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CEC-Ag	Bray P1	C Org.	Total N
									mg-P/Kg	% C.O	mg-N/Kg
0-20	4.2	0.57	1.28	0.14	0.21	1.76	0.50	4.5	2.67	0.79	756
0-40	4.4	1.46	1.99	0.14	0.16	1.60	0.39	4.5	0.55	0.57	497

L'ensemble des parcelles de la station avait été échantillonné et analysé en 2000 (Tableau 3). La parcelle utilisée avait un pH particulièrement faible en surface (4,2), une CEC faible, une teneur en phosphore soluble proche de la déficience (2 ppm) et une teneur en cations aluminiques élevée, proche de 40% du complexe cationique. Cette parcelle est située sur un bourrelet de berge récent formé par le Niger qui domine une dépression hydromorphique qui constitue un lit mineur du fleuve.

Le climat

Tableau 4 : Moyennes mensuelles des températures maxi et mini

		Nov	Déc	Janv	Fev	Mars
Samanko 2008/2009	Tmax	34.0	32.3	29.6	35.2	37.3
	Tmin	12.7	11.9	11.4	17.1	21.3
Bamako ville 1941-1980	Tmax	34.8	33.0	33.5	36.2	37.5
	Tmin	18.5	16.8	16.9	19.4	22.8
Tombouctou 1941-1980	Tmax	35.4	30.4	30.0	33.2	36.6
	Tmin	18.0	13.7	12.7	15.0	18.2

Les moyennes mensuelles de température pendant la culture ont été enregistrées pendant la culture, par la station météorologique de la station de Samanko (Tableau 4). On constate que les températures maximales sont voisines de celles qui sont publiées pour la ville de Bamako sur une série de 50 ans, en dehors du mois de janvier qui a été plus frais qu'habituellement en 2009. Par contre les températures minimales sont bien inférieures à Samanko qu'à Bamako et ceci est une constante : la localisation de Bamako le long de la falaise et l'effet des constructions freinent le refroidissement nocturne observé dans les zones rurales. Par conséquent les températures en zone rurale dans la région de Bamako sont voisines de celles observées dans la région de Tombouctou, avec cependant un réchauffement nocturne un peu plus précoce dans la région de Bamako, dès le mois de Février.

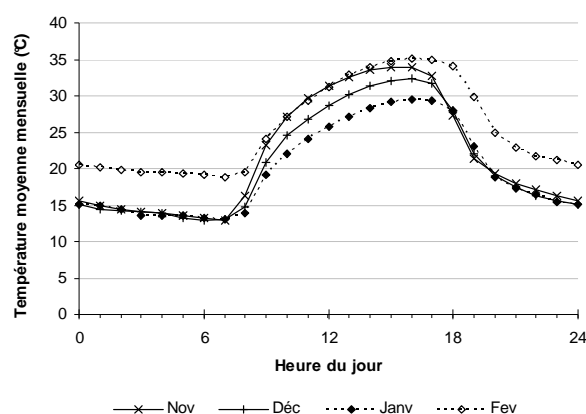


Fig. 1 : Evolution diurne de la température moyenne mensuelle à la station de Samanko en 2008/2009

Le blé est une plante d'origine tempérée qui supporte mal les températures élevées. Elle pousse dès que les températures sont supérieures à 0°C, sa vitesse de croissance augmente continument jusqu'à la température optimale de 24,4 °C, puis décroît rapidement jusqu'à la température maximale de 32,2 °C, au-delà de laquelle il n'y a plus de croissance. Cela signifie que lorsque le blé est cultivé dans la région de Bamako, il aura une croissance ralentie dès 10 heures du matin et nulle entre 12-13 heures et 17 heures (Fig. 1). La croissance se déroulera donc principalement pendant les heures fraîches du matin et pendant la nuit.

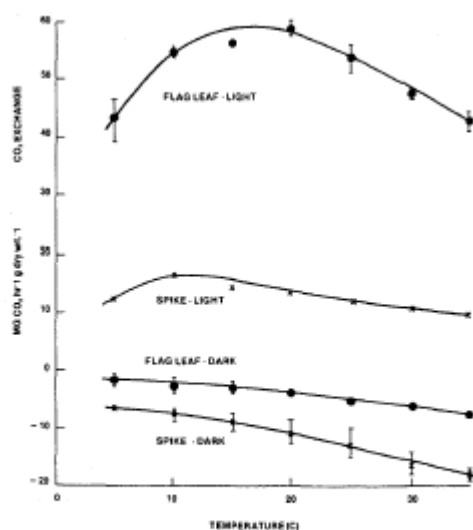


FIGURE 1. Effect of temperature on net photosynthesis and dark respiration of the spike and flag leaf individually of Agent wheat plants. Vertical bars represent the standard deviation.

La photosynthèse dépend aussi de la température et chez le blé elle atteint son rendement optimal à 18-20 °C (Fig. 2). Cependant l'effet de la température sur la photosynthèse est moins extrême que sur les vitesses de croissance : à 5°C ou à 35 °C elle n'est réduite que d'un tiers. Par contre les fortes températures nocturnes, supérieures à 20 °C, sont très défavorables parce qu'elles augmentent fortement les niveaux de respiration, en particulier au niveau de l'épi. Le niveau de production potentiel du blé est donc nécessairement diminué lorsqu'il est produit en zone tropicale, mais plus de 50 % de ce potentiel actuellement de l'ordre de 10-12 tonnes de grain devrait rester accessible.

Fig. 2 : Relation entre photosynthèse et température. GW Todd, 1982

L'humidité du sol

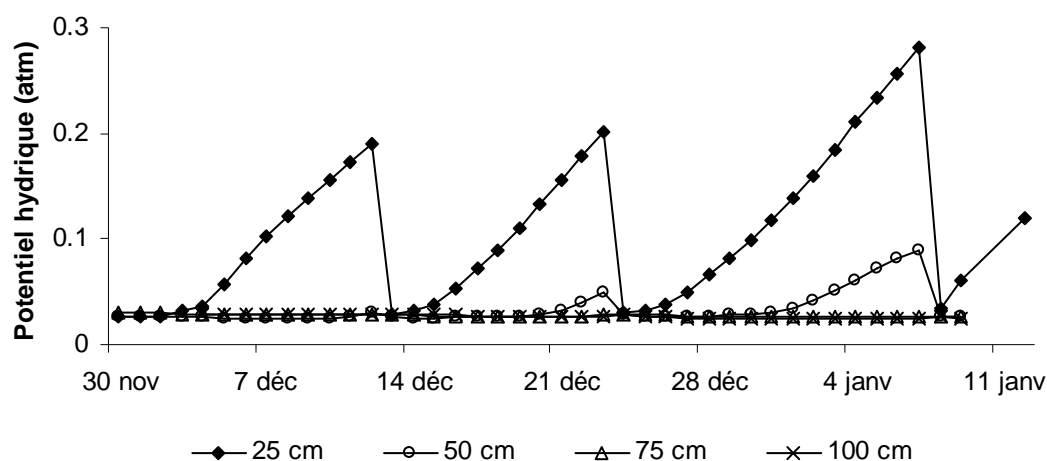


Fig. 3 : Evolution du potentiel hydrique mesuré dans la parcelle à 4 profondeurs à partir du 30 novembre 2008

Les mesures de potentiel hydrique ont montré que pendant le mois de décembre les racines utilisaient principalement l'horizon de surface pour s'alimenter en eau et ne prélevaient qu'une faible quantité d'eau à la profondeur de 50 cm et rien dans les horizons plus profonds (Fig. 3). Même à 25 cm le prélèvement était limité, puisque le potentiel hydrique ne dépassait pas 0,3 atmosphère 2 semaines après l'irrigation précédente, alors que les plantes montraient des symptômes de fort déficit hydrique. L'explication de ce phénomène est venue au moment de déterrer les tensiomètres ce qui nécessite de creuser une fosse. Il est alors apparu que le sol

de ces parcelles du bourrelet de berge est très superficiel. Sa profondeur ne dépasse pas 20 cm. Il repose sur un substrat hydromorphique très compact, de couleur grise, parsemé de très nombreuses concrétions ferriques de diamètre voisin de 2 cm. Ce sol est essentiellement argileux et les racines du blé n'y ont pas pénétré. Ces faits étaient malheureusement ignorés au moment du choix des parcelles de culture.

3. *Suivi de la culture*

Tableau 5 : dates des principaux événements phénologiques

	Date
Epi 1 cm	10 Dec
Épiaison	25 Dec - 10 Janv
Floraison	5-20 Janv
Maturité	5-15 Fev

Sémé entre le 27 octobre et le 2 novembre 2008, les plantes ont levé après quelques jours, de façon très hétérogène. La levée a été faible partout et particulièrement mauvaise dans la parcelle 1. La semence avait été mieux choisie dans la parcelle 2. Cependant la levée a été meilleure que ne le laissait présager le test de germination sur papier filtre.

Le stade épi 1 cm a été atteint 40 jours après le semis, l'épiaison après 60 jours, la floraison après 70 jours et la maturité après 100 jours (Tableau 5). La phénologie des plantes a été très variable puisque l'épiaison et la floraison se sont étalées sur 3 semaines chacune, en fonction de l'emplacement dans le champ de culture.

Les plantes ont souvent montré des signes de déficit hydrique pendant les heures chaudes de la journée, dès le 5 ou 6^{ème} jour après l'irrigation. Jusqu'à la floraison la végétation avait un aspect acceptable, en dépit d'une très faible densité de plantes. Après la floraison le jaunissement de la culture a été très rapide et la culture à virer au gris plus qu'à la couleur dorée attendue lors des belles moissons. Au moment de l'épiaison les tiges n'avaient pas terminé leur élongation qui s'est poursuivie pendant la floraison et au-delà. Les grains sont restés très petits, mal remplis.

Les parcelles n'ont pas été récoltées en raison de l'échec global de la culture. Quelques mesures de densité ont montré une densité de plante de l'ordre de 100/m² dans les meilleures parties des champs.

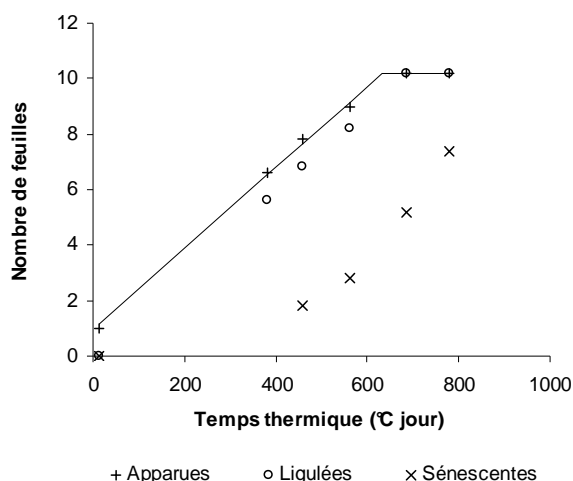


Fig. 4 : Suivi des rythmes d'apparition de la pointe et des ligules des feuilles et de leur disparition par sénescence.

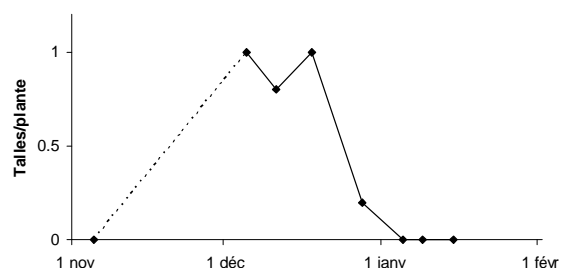


Fig. 5 : Evolution du tallage au cours de la culture

4. Suivi de la croissance végétative

Les rythmes d'apparition des feuilles et de leur ligule ont été linéaires (Fig. 4). Le phyllochrone a été de $107\text{ }^{\circ}\text{C jour.feuille}^{-1}$ sur la base des températures moyennes, mais seulement de $69\text{ }^{\circ}\text{C jour.feuille}^{-1}$ en utilisant la somme des températures sur la base des températures cardinales du blé ($T_{\min}=0^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{opt}}=24,4^{\circ}\text{C}$ et $T_{\max}=32,2^{\circ}\text{C}$). Le nombre total de feuilles n'a été que de 10,2. Des talles ont été produites, en moyenne 1 par plante, mais elles sont mortes pendant la montaison du brin-mâitre (Fig. 5).

Conclusions

L'essai de culture de blé conduit à Samanko sous l'impulsion du directeur des Grands Moulins du Mali a été un échec. Cet échec a d'abord été provoqué par l'utilisation d'une parcelle non adaptée à une telle culture. Le blé aime les terrains à pH proche de la neutralité et pas trop lourd. Il est sensible à la toxicité aluminique si la concentration en ions aluminiques est restée aussi élevée que celle indiquée par l'analyse de 2000 (L'apport de plâtre a pour objectif d'ajouter des ions calcium solubles dans le profil et par conséquent de modifier cet état initial défavorable). Enfin il est nécessaire que les racines des plantes puissent atteindre la plus grande profondeur possible pour que les plantes puissent faire face à la demande hydrique considérable pendant les cultures de contre-saison en milieu tropical. Tous ces points devront être pris en compte lors des cultures suivantes dans la région de Bamako, le long du fleuve Niger, source d'eau mais aussi générateur de terrains hydromorphes.

En revanche, il y a peu de différence de températures moyennes entre les zones rurales autour de Bamako et Tombouctou et l'idée d'essayer de développer la culture du blé dans la région de Koulikoro semble pouvoir être validée du point de vue de la phénologie de la culture. Des essais conduits antérieurement dans la région de Banfora au Burkina Faso appuient aussi cette validation.